

PROCEDE ET DISPOSITIF DE REMPLISSAGE PAR UN PRODUIT VISQUEUX DE ZONES SITUEES EN CREUX OU INTERPISTES SUR UN CIRCUIT IMPRIME, ET EQUIPEMENT UTILISANT UN TEL DISPOSITIF.

5

#### DOMAINE D'APPLICATION

La présente invention concerne un dispositif de remplissage de zones situées en creux par rapport à une surface, avec un produit liquide plus ou moins visqueux, par extraction de l'air ou du gaz présent dans la zone en creux et par remplacement avec du produit de remplissage. Généralement ces zones sont de grande longueur, étroites, et profondes. A titre d'exemple, l'invention trouve son application pour la réalisation de circuits imprimés de puissance comme ceux utilisés dans le secteur automobile. En effet, il existe des applications pour lesquelles des substrats comportant des pistes conductrices par exemple en cuivre et ayant une épaisseur supérieures à 100 microns (typiquement de l'ordre de 400 microns) sont utilisés. Dans ces applications, il est nécessaire de remplir les zones inter-pistes avec un produit diélectrique, ce remplissage devant être sans bulles afin d'obtenir les caractéristiques électriques optimales et en surépaisseur strictement au niveau des zones en creux. De plus, les zones inter-pistes ne sont pas forcément fermées. Après cette opération de remplissage les circuits imprimés subissent un cycle de polymérisation suivi d'un brossage.

#### ETAT DE L'ART ANTERIEUR

Pour effectuer ce remplissage, l'homme de l'art utilise des techniques à sa disposition, à savoir l'enduction au rouleau ou la sérigraphie à l'aide d'une racle. Ces procédés consistent à pousser le produit à transférer à l'avant d'un rouleau ou d'une racle inclinée de manière à générer une surpression dans le produit en vu de le forcer à remplir les zones en creux. Les problèmes avec ces dispositifs de l'art antérieur sont de deux

ordres :

- le premier réside dans le fait que dans certaines zones situées en creux et non débouchantes sur l'autre face, l'air reste prisonnier et empêche le produit de les remplir complètement. Pour obvier à ce problème avec les dispositifs de l'art antérieur, on est obligé de faire de multiples passages de racle ou de rouleau afin d'obtenir un remplissage sans toutefois obtenir réellement satisfaction car le produit n'est pas en surépaisseur au niveau des zones en creux et contient toujours de l'air, évidemment ces passages multiples génèrent des temps de cycle incompatibles avec les productions en grande série.
- le deuxième est lié au fait que le produit est entraîné par l'élément de remplissage, ce qui a tendance à creuser les dépôts en particulier s'ils sont de grande dimension ou si le produit présente une viscosité importante. Ce problème est particulièrement criant lorsqu'on utilise un rouleau de transfert.

Des dispositifs visant à remplir des trous borgnes ont été proposés par le passé. La demande de brevet PCT/FR00.03494 du même déposant en est un exemple. Cette technique consiste à déplacer deux fentes sur la surface du substrat à remplir. La première fente est reliée à un générateur de vide alors que la deuxième contient le produit de remplissage. La première fente est à la fois distante de l'extérieur et de la deuxième fente d'une distance supérieure à la plus grande ouverture présente sur le substrat, la distance étant mesurée parallèlement au sens de déplacement. Dans ce cas, le dispositif est obligatoirement en contact étanche avec le substrat, sinon le remplissage du trou borgne ne pourra pas s'effectuer de façon complète. Cette technique est uniquement applicable à des cavités borgnes dont le périmètre sur la surface de remplissage représente une zone fermée. De plus, l'obtention du vide est extrêmement difficile à obtenir et à maintenir sur des substrats de dimension importante et

pouvant présenter des irrégularités en surface.

Il existe des dispositifs de sérigraphie permettant de remplir des trous débouchant dans des substrats avec des produits pâteux et à travers un masque de sérigraphie.

5 Ainsi le brevet US6,533,162 décrit ce type de dispositif dans lequel il est fait usage d'un rouleau en rotation et en translation sur le masque de manière à conférer une surpression à la crème à braser à l'avant du rouleau selon le mouvement du dispositif par rapport au substrat afin de

10 remplir le trou en chassant l'air par la face inférieure du substrat. Un inconvénient majeur de ce type de dispositif réside dans le fait que le produit transféré grâce au rouleau est ré-entraîné à l'arrière de ce dernier. Dans le cas décrit dans ce brevet, de par la

15 présence du pochoir, de par la faible dimension des trous et de la rhéologie de la crème à braser, le ré-entraînement de crème à l'arrière du rouleau est limité et ne nuit pas à la qualité du remplissage. Par contre, cette technique n'est pas applicable au remplissage avec un

20 produit liquide ou plus ou moins pâteux de zones en creux non débouchantes sur l'autre face pouvant s'étendre sur de grandes longueurs, c'est à dire de plusieurs millimètres voir de plusieurs centimètres ou décimètres et pouvant présenter un ratio d'aspect défini par la profondeur de la

25 zone relativement à la surface divisée par la plus petite dimension d'ouverture, inférieur à 1. En effet, dans ce cas, le produit de remplissage est ré-entraîné d'une part par la partie arrière du rouleau qui, comme on peut le voir, est exposé à l'air ambiant et d'autre part par la

30 racle inclinée. De plus, cette invention n'est pas applicable à des zones en creux qui ne sont pas débouchantes, car il n'est fait état d'aucun moyen pour extraire le gaz présent dans les zones en creux.

Il est à noter que dans ce brevet le rouleau et la

35 racle située à l'arrière agissent de façon successives et indépendantes. Dans un premier temps, le rouleau va

permettre d'appliquer une pression sur le produit situé sur sa partie avant selon le mouvement du dispositif par rapport au substrat maintenu fixe, puis dans un deuxième temps, la racle inclinée va appliquer une seconde pression sur le produit situé sur sa partie avant selon le mouvement du dispositif par rapport au substrat maintenu fixe, ce qui a pour effet de maintenir des bulles dans les tranchées et de creuser les dépôts.

Le brevet US3,921,521 décrit un dispositif de sérigraphie d'encre sur des substrats tissés tels que des tapis. Dans ce brevet, il est fait état d'un cylindre en rotation qui permet de générer une surpression hydrostatique dans une zone inférieure du dispositif, grâce à un effet hydrodynamique. Le but dans ce brevet est de créer une surpression au niveau de la zone de transfert de manière à forcer l'encre à traverser l'écran et à pénétrer le substrat tissé en chassant l'air par le bas et les cotés. Ainsi, cette invention est applicable à des substrats poreux, mais n'est par contre pas applicable au remplissage de zones en creux qui ne sont pas débouchantes. En effet, il n'est prévu aucun dispositif pour évacuer l'air présent dans les zones en creux. L'utilisation de ce dispositif pour remplir des zones en creux non débouchantes conduirait à comprimer l'air présent dans la zone en creux lors du passage du dispositif au droit de la zone mais ne permettrait en aucun cas un remplissage total et exempt de bulles d'air.

De façon générale, il apparaît que l'effet hydrodynamique est un moyen connu pour forcer le passage au travers d'un masque de sérigraphie en vue de transférer un produit mais que ce moyen isolé n'est pas suffisant pour s'affranchir de l'enlèvement des bulles d'air et déposer en surépaisseur ce qui est précisément le but de l'invention.

#### DESCRIPTION DE L'INVENTION

La présente invention vise à remplir sans bulle d'air

et en surépaisseur strictement au niveau des zones en creux directement sur un circuit imprimé sans écran ou pochoir de sérigraphie, par un produit liquide ou pâteux plus ou moins visqueux, des interpistes ou des zones  
5 situées en creux par rapport à la surface du substrat et plus particulièrement des zones non débouchantes sur la face opposée et dont la longueur peut être très importante et/ou ayant un ratio d'aspect, défini par la profondeur de la zone relativement à la surface du  
10 substrat divisée par la plus petite dimension d'ouverture, inférieur ou égal à 1, comme par exemple des zones situées entre des pistes de cuivre.

Selon l'invention, le procédé de remplissage direct sans bulle d'air et en surépaisseur d'interpistes ou de  
15 zones situées en creux par rapport à la surface d'un substrat ou d'un circuit imprimé par un produit visqueux est remarquable en ce qu'il consiste :

- à mettre en mouvement le produit de remplissage au niveau des zones à remplir par un moyen de mise en  
20 mouvement de manière à évacuer sous forme de bulles, le gaz présent dans les zones en creux et de le substituer par du produit de remplissage,

- et à régler l'épaisseur de produit à la surface du substrat.

25 Préalablement à l'étape de mise en mouvement du produit au niveau des zones à remplir, le procédé de l'invention propose aussi de rendre étanche la zone à remplir à toute entrée de gaz extérieur à la zone, en étalant le produit à la surface du substrat de manière à  
30 isoler les zones à remplir du gaz extérieur et de mettre le produit à disposition. Ainsi, l'étanchéité est assurée en maintenant la zone à remplir recouverte de produit à partir du début du remplissage jusqu'au raclage de l'excès ou au réglage de l'épaisseur de produit à la surface du  
35 substrat de sorte que le produit de remplissage est mis en mouvement au niveau de la zone à remplir en évitant tout

contact ultérieur avec du gaz extérieur à la zone à remplir. A aucun moment à partir de l'étalement du produit de remplissage jusqu'au réglage de l'épaisseur qui peut aller jusqu'au raclage total de l'excès, la zone à remplir  
5 ne doit être en contact avec du gaz provenant de l'extérieur de la zone à remplir.

En accord avec les actions fondamentales qui régissent le principe de substitution de l'air par du produit de remplissage, le procédé objet de la présente  
10 invention peut donc être décomposé en trois étapes dans sa mise en oeuvre.

La première étape consiste à étaler du produit de remplissage sur la surface du substrat de façon à d'une part, isoler le gaz présent dans les zones à remplir de  
15 l'extérieur et d'autre part, de mettre à disposition suffisamment de produit en vue d'effectuer le remplissage et éventuellement le réglage de l'épaisseur de produit sur la surface du substrat.

La deuxième étape consiste à mettre le produit de remplissage en mouvement au niveau des zones à remplir dans le substrat, permettant ainsi de créer une circulation forcée de produit au niveau de la zone à  
20 remplir de manière à extraire le gaz sous forme de bulles. Au fur et à mesure de l'extraction du gaz, le volume correspondant est remplacé par du produit de remplissage précédemment étalé. La mise en mouvement du produit de remplissage a pour conséquence d'entraîner le gaz présent dans les zones en creux sous forme de bulles  
25 et de permettre ainsi son remplacement par du produit.

30 La troisième étape consiste à enlever le surplus de produit ou à régler l'épaisseur désirée à la surface du substrat, cette épaisseur pouvant être nulle.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la mise en mouvement du produit au niveau de la zone à  
35 remplir est obtenue par un effet hydrodynamique et de préférence par l'effet hydrodynamique d'un rouleau en

rotation dont l'axe est perpendiculaire au mouvement du substrat par rapport au dispositif et parallèle au substrat et tel que le mouvement tangentiel du rouleau au niveau de la zone à remplir est opposé au sens de déplacement relatif du substrat par rapport au dispositif. De cette façon, l'adhérence du produit visqueux sur le rouleau génère, par un effet hydrodynamique, une mise en mouvement du produit de remplissage. Le mouvement est d'autant plus important que la distance par rapport au rouleau est faible. A la surface du rouleau, la vitesse du produit est égale à la vitesse tangentielle du rouleau, puis elle diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du rouleau. La décroissance dépend de la rhéologie du produit de remplissage. Dans tous les cas, le rouleau sera disposé à une distance du substrat suffisamment faible pour que l'effet hydrodynamique soit sensible par exemple telle que la vitesse du produit soit supérieure ou égale à cinquante pour cent de la vitesse tangentielle du rouleau au niveau de la zone à remplir. De manière préférentielle, on évitera le contact entre le rouleau et le substrat afin d'une part, de supprimer tout risque de frottement mécanique et d'autre part pour éviter de perturber l'effet hydrodynamique.

Selon l'invention, le remplissage est de préférence assuré à l'aide d'un produit liquide plus ou moins visqueux de zones en creux qui, non débouchantes sur la face opposé du substrat, peuvent aussi être de longueur importante.

Selon une autre caractéristique de la présente invention, le procédé de remplissage consiste à associer un moyen de déplacement en translation du substrat à l'action d'une tête de remplissage prenant appui sur le substrat et contenant le produit de remplissage, ladite tête permettant de générer un différentiel de pression positif entre l'aval et l'amont du moyen de mise en

mouvement du produit grâce à l'action conjointe dudit moyen de mise en mouvement du produit de remplissage et d'un élément de raclage formant ainsi une zone aval confinée de surpression totalement occupée par le produit de remplissage et que le moyen de mise en mouvement du produit, constitué de préférence par un rouleau contenu dans la tête de remplissage, provoque une circulation du produit de remplissage au niveau de la zone à remplir dans le sens opposé au déplacement du substrat par rapport à la tête de remplissage formant ainsi une zone amont de moindre pression de manière à évacuer le gaz présent dans les zones à remplir et de le remplacer par du produit de remplissage au fur et à mesure du déplacement du substrat.

Le sens de rotation du rouleau tel que le mouvement tangentiel de celui-ci au niveau de la zone à remplir est opposé au sens de déplacement du substrat, permettra d'une part d'accumuler le produit de remplissage par effet hydrodynamique vers l'élément de raclage de sorte à créer une zone confinée de surpression entre le rouleau et l'élément de raclage situé en aval du rouleau et, d'autre part, de créer une circulation de produit de remplissage au niveau des zones à remplir de la zone de surpression vers la zone de pression moindre située en amont du rouleau.

La surpression créée dans la zone confinée aval sous l'action conjointe de l'élément de mise en mouvement et de l'élément de raclage permet de compenser l'effet de ré-entraînement et de creusement du produit par l'élément de raclage, ré-entraînement appelé effet de traîne. Aussi, une autre caractéristique avantageuse de l'invention consiste à ajuster ou à sélectionner la vitesse de rotation et/ou le diamètre du rouleau de mise en mouvement du produit de remplissage de façon à régler le différentiel de pression de la zone confinée de surpression aval par rapport à la zone de moindre pression amont, permettant ainsi de contrôler le



débordement de produit sous l'élément de raclage au niveau des zones à remplir et de compenser l'effet de traîne dudit élément de raclage afin de pouvoir provoquer une surépaisseur du dépôt strictement au droit des zones en creux.

Selon une autre caractéristique de l'invention, afin d'éviter que les bulles extraites par le rouleau formant l'élément de mise en mouvement ne soient ré-entraînées dans la zone à remplir en creux, il peut être judicieux de placer un racleur à la surface du rouleau situé dans la tête de remplissage et de façon idéale tangentielllement sur la partie supérieure du rouleau. Ainsi lors de la rotation du rouleau, les bulles entraînées par le mouvement du produit sont bloquées par ce racleur et n'ont alors pas d'autre alternative que de remonter à la surface du produit de remplissage de par la différence de densité du gaz par rapport au produit. En fait, le racleur a pour but de casser l'effet hydrodynamique, de manière à éliminer localement la mise en mouvement du produit. Il est à noter que le gaz est aussi naturellement évacué de par la différence de pression existant entre l'aval et l'amont de l'élément de mise en mouvement selon le sens de déplacement du substrat.

Selon une autre caractéristique du procédé selon l'invention, la mise en mouvement du produit peut être réglée. A cet effet, si le dispositif de mise en mouvement du produit de remplissage est constitué d'un rouleau en rotation, la vitesse de rotation de ce rouleau est réglable de façon indépendante de la vitesse de translation du substrat par rapport au dispositif. La vitesse de rotation est ajustée en fonction de la vitesse du substrat par rapport au dispositif, de la rhéologie du produit et de la forme des zones en creux à remplir. Comme cela a été indiqué précédemment, l'effet hydrodynamique peut être plus ou moins amplifié en faisant varier le diamètre et/ou la vitesse de rotation du rouleau. En fait,

l'effet hydrodynamique est fonction de la vitesse tangentielle du rouleau. Ainsi, une augmentation du diamètre du rouleau à vitesse de rotation constante génère une augmentation de l'effet hydrodynamique. De la même façon, une augmentation de la vitesse de rotation à diamètre de rouleau constant engendrera également une augmentation de l'effet hydrodynamique. Le couple de paramètres vitesse de rotation et diamètre de rouleau est sélectionné en fonction de la rhéologie du produit de remplissage. En effet, à titre d'exemple, certains produits de remplissage ne supportent pas un cisailage excessif causé par une vitesse de rotation trop importante. Dans ce cas, on choisira un rouleau de diamètre plus important avec une vitesse de rotation moindre. A titre d'exemple, un diamètre de rouleau de 10 mm associé à une vitesse de rotation de 100 tours par minute donne des résultats de remplissage excellents avec des produits de remplissage disponibles sur le marché à ce jour. La vitesse de déplacement du circuit imprimé ou du substrat par rapport au dispositif de remplissage peut également varier en fonction de l'effet hydrodynamique et de la forme des zones à remplir. Des essais très concluants ont été réalisés avec une vitesse de défilement de 30 mm/s. Enfin, la distance entre le rouleau et la surface du substrat est ajustée en fonction essentiellement de la rhéologie du produit et de la profondeur des zones à remplir. Là encore, des résultats très positifs sont été obtenus avec une distance de 0,5 mm pour des pistes de cuivre de 400 microns d'épaisseur et des produits de remplissage disponibles à ce jour. Evidemment toutes les valeurs évoquées ci-dessus sont données à titre d'exemple ayant occasionné de très bons résultats mais il est possible de les faire varier dans des proportions importantes sans se départir de la présente invention.

L'invention concerne également un dispositif

permettant de mettre en œuvre le procédé de remplissage de la présente invention. Selon l'invention ce dispositif du type sans masque ou écran de sérigraphie de zones situées en creux par rapport à la surface d'un substrat et non débouchantes sur l'autre face du substrat et de longueur pouvant être importante, avec un produit de remplissage liquide plus ou moins visqueux, en translation relativement à la surface du substrat, est remarquable en ce qu'il associe dans l'ordre selon le sens de déplacement relatif du dispositif de remplissage par rapport au substrat :

- un élément d'étalement du produit à remplir à la surface du substrat ,
- un élément de mise en mouvement du produit de remplissage au niveau de la zone à remplir, constitué de préférence par un rouleau en rotation,
- un élément de réglage de l'épaisseur ou de raclage de l'excès de produit de remplissage, de manière à ce que le susdit produit de remplissage reste constamment en contact avec la zone à remplir du début du remplissage jusqu'au raclage de l'excès.

En le concevant de façon symétrique par rapport à l'élément de mise en mouvement du produit de remplissage, ce dispositif peut fonctionner dans les deux sens et être mis en œuvre sur une machine à sérigraphier. Ainsi, la mise en mouvement du produit de remplissage peut être inversée en fonction du sens d'avance du dispositif par rapport au substrat.

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront plus clairement au vu des figures jointes et de leur description suivante. Les figures représentent des exemples de réalisation non limitatifs de l'invention.

La figure 1 représente en coupe un dispositif de remplissage selon la présente invention.

La figure 2 représente de façon schématique un moyen de translation associé au dispositif de remplissage de la

figure 1.

La figure 3 représente en coupe un remplissage de substrat effectué selon la présente invention.

La figure 4 montre en vue de dessus une photographie  
5 d'un substrat à remplir.

La figure 5 montre un détail agrandi d'un substrat à remplir.

La figure 6 montre une tête de remplissage équipée d'un racleur de l'élément de mise en mouvement.

10 Les figures 7, 8, 9 et 10 sont des vues en perspective illustrant les différentes phases d'un mode de réalisation d'un équipement associé au dispositif de remplissage de la figure 1.

Les figures 11a, 11b et 11c sont des vues de face, de  
15 côté et de dessus respectivement d'un mode réalisation complet de l'équipement de la figure 7.

Les figures 1 et 2 représentent schématiquement et en coupe:

- une tête de remplissage 12 ,
- 20 - et un moyen de déplacement en translation 11 d'un substrat 1, constitué ici par un circuit imprimé, permettant un défilement en continu (flèche A) de celui-ci au-dessous de la susdite tête de remplissage 12.

Bien que le mouvement de translation relatif de la  
25 tête de remplissage 12 par rapport au substrat 1 puisse être obtenu par le déplacement de la tête 12 en maintenant le substrat 1 fixe c'est la solution de maintenir la tête 12 fixe et le substrat 1 mobile qui a été adoptée car plus facile à mettre en oeuvre.

30 La tête de remplissage 12, réalisée conformément aux dispositions principales de la présente invention, comprend :

- une chambre 13 contenant le produit de remplissage 2, ladite chambre 13 étant délimitée en aval par une racle  
35 7 inclinée d'un angle  $\alpha$  inférieur ou égal à  $90^\circ$  et en amont d'une racle 10 inclinée dans le même sens d'un angle  $\beta$

égal ou supérieur à  $90^\circ$

- et un rouleau 3 de mise en mouvement du produit 2 placé entre les racles 7 et 10 et tournant dans le sens tel que le mouvement tangentiel du rouleau 3 au niveau des zones en creux à remplir 4 est opposé au mouvement de translation A du substrat 1 par rapport à la tête de remplissage 12.

La rotation R du rouleau 3 provoque un déplacement du produit 2 au niveau des zones à remplir 4 au fur et à mesure qu'elles se présentent sous le rouleau 3, ce dernier tournant dans le sens B qui est opposé au sens de déplacement A du substrat 1 par rapport à la tête de remplissage 12. L'action conjointe du rouleau 3 et de l'élément de raclage 7 génère alors une zone confinée aval C de surpression dans le produit 2 situé entre ces deux derniers éléments. En effet, le rouleau 3 génère un effet hydrodynamique et pousse le produit 2 contre l'élément de raclage 7 qui est une paroi inclinée d'un angle  $\alpha$  inférieur à  $90^\circ$  mesuré entre le substrat 1 et la paroi de l'élément de raclage 7. Il est particulièrement judicieux d'effectuer ce raclage à l'aide d'une paroi 7 inclinée dont l'angle d'inclinaison peut être adapté en fonction de la rhéologie du produit 2 et de la vitesse d'avance A du substrat 1 par rapport à la tête de remplissage 12. Ainsi plus l'angle  $\alpha$  sera faible et plus la surpression dans la zone confinée C entre le rouleau 3 et l'élément de raclage sera importante. L'angle  $\alpha$  de l'élément de raclage aval 7 du surplus de produit 2 est aussi adapté de manière à limiter l'effet de ré-entraînement ou de traîne de produit à l'arrière dudit élément de raclage 7.

Il en résulte alors que l'air 5 présent dans les zones en creux 4 est évacué par déplacement ou sous forme de bulles 6 et est remplacé par du produit 2. Si l'air est évacué sous forme de bulles 6, ces dernières sont chassées du produit 2 grâce au différentiel de pression régnant entre la zone aval confinée C et la zone amont D du

rouleau 3. La paroi de l'élément amont 10 permet de contenir le produit 2 dans un volume fermé 13 et est inclinée dans le même sens que la paroi de l'élément aval 7 et forme un angle  $\beta$  supérieur à  $90^\circ$  avec le substrat 1.

5 De préférence, la tête de remplissage 12 sera fermée en prévoyant la possibilité de provoquer un certain niveau de vide dans la partie de la tête 12 de manière à ce que la dépression provoquée favorise l'évacuation de l'air extrait des zones à remplir 4. De même, il pourra être

10 prévu d'équiper la tête de remplissage 12 :

- d'un système de fixation rapide pour le passage d'une tête 12 à une autre,
- d'un élément d'obturation de sa partie inférieure afin d'éviter que le produit 2 contenu dans la tête 12 ne
- 15 s'écoule lors d'un arrêt de production ou lors d'un changement de tête,
- d'un réglage en longueur pour qu'elle s'adapte à la largeur du substrat 1 de façon à reconfigurer rapidement le dispositif de l'invention en fonction de la largeur du
- 20 circuit imprimé 1 à traiter,
- etc...

Il est impératif aussi que le produit de remplissage 2 soit présent en quantité suffisante pour occuper tout l'espace confiné entre le rouleau 3 et l'élément de

25 raclage 7. Cette condition est nécessaire pour assurer la mise en pression du produit 2. Il est donc envisageable de prévoir un dispositif de maintien d'un volume minimum de produit 2 dans la tête de remplissage 12. Ainsi, il est recommandé de remplir la tête de remplissage 12 avec un

30 volume minimum de produit de telle sorte que le rouleau 3 formant l'élément de mise en mouvement du produit 2 soit toujours entièrement recouvert à l'état de repos.

Afin d'accentuer la mise en mouvement du produit de remplissage 2, il peut être judicieux de modifier l'état

35 de surface du rouleau 3, par exemple en le striant avec des rayures parallèles à l'axe du rouleau ou de pourvoir

le rouleau 3 avec des ailettes souples ou rigides toujours parallèles à l'axe du rouleau.

Le dessin de la figure 2, représente schématiquement un mode de réalisation d'un convoyeur 11 assurant le déplacement des substrats à remplir 1 qui défilent au-  
5 dessous de La tête de remplissage 12, dans le sens A. Il va de soi que le convoyeur 11 représenté ici formé d'un tapis roulant pourrait être remplacé par un cylindre d'entraînement ou tout autre dispositif permettant  
10 l'avancement A du circuit 1 au-dessous de La tête de remplissage 12.

La figure 3 est une coupe d'un substrat 1 dont la zone en creux 4 a été remplie par du produit 2 selon le procédé de la présente invention. Comme on peut le voir,  
15 le remplissage de la zone 4 est tel que le produit 2 est légèrement en surépaisseur par rapport au substrat 1. Ceci est particulièrement intéressant car on est ainsi certain d'un remplissage complet et sans creusement des zones 4. Ceci est rendu possible grâce à la zone confinée de  
20 surpression provoquée sous l'action conjointe de l'élément de mise en mouvement 3 et de l'élément de raclage aval 7. En effet, la surpression C va créer un léger débordement sous l'élément de raclage aval 7 dans la zone à remplir 4. Ce débordement va compenser l'effet de traîne de la racle  
25 et provoquer une surépaisseur strictement au dessus des zones en creux 4.

Sur la photographie de la figure 4 montrant un substrat 1 à remplir, on peut voir que les zones en creux 4 sont formées par des zones inter-pistes qui peuvent  
30 s'étendre sur plusieurs centimètres. Le but de l'invention est de remplir de façon complète et sans bulles, les zones 4 par un produit diélectrique. La difficulté de remplissage vient du fait que les zones 4 sont non débouchantes sur la face opposée et que par conséquent de  
35 l'air reste prisonnier dans certaines zones. Pour remplir ces zones, il ne suffit pas d'augmenter la pression sur le

produit, car ceci a uniquement pour effet de comprimer l'air piégé dans les zones en creux 4 lors du passage de la tête de remplissage 12. Pour effectuer ce remplissage, la présente invention propose donc de générer un flux de produit 2 au niveau des zones à remplir 4 de manière à entraîner l'air 5 présent dans les zones en creux 4 par déplacement ou sous forme de bulles 6 et de le remplacer au fur et à mesure par du produit de remplissage 2.

Sur la photographie de la figure 5 montrant un détail d'un substrat à remplir 1, on peut apprécier la profondeur des zones à remplir 4 qui ici est d'environ 400 microns. Les pistes conductrices sont en cuivre.

La figure 6 représente schématiquement en coupe une tête de remplissage équipée d'un racleur 9 disposé tangentiellement sur la partie supérieure du rouleau 3 afin de casser l'effet hydrodynamique de façon à éliminer localement la mise en mouvement du produit 2 et provoquer l'évacuation des bulles d'air 6 par blocage sur la paroi du racleur 9 et favorisant ainsi l'évacuation vers la surface.

Dans le cas où les substrats 1 sont constitués par des circuits imprimés présentant de fortes épaisseurs de cuivre, les surépaisseurs de produit 2 seront aisément supprimées lors d'un brossage intervenant après la polymérisation du produit 2.

Le procédé de remplissage de l'invention peut fonctionner de manière autonome, par exemple avec une rotation R du rouleau à effet hydrodynamique 3 générée par un moto-variateur électrique, et avec un mouvement de translation A du substrat 1 par rapport à la tête de remplissage 12 assuré soit manuellement soit par un dispositif automatique d'entraînement comme un convoyeur, un tapis roulant ou un rouleau d'entraînement.

Le dessin de la figure 7 a pour objet d'illustrer un mode de réalisation d'un exemple d'équipement associé à une tête de remplissage 12 pour assurer le remplissage de



zones en creux 4 de substrats 1.

Comme on peut le voir, cet équipement se compose :

- du convoyeur 11 qui assure la translation A des substrats 1 au-dessous de la tête de remplissage 12,
- 5       - d'un convoyeur d'alimentation 20 situé en amont du convoyeur 11 dans le sens d'avancement A pour acheminer les substrats à remplir 1 vers le convoyeur 11 au-dessous de la tête de remplissage 12,
- 10       - et d'un convoyeur d'évacuation 30 situé en aval du convoyeur 11 pour récupérer les substrats 1 venant d'être remplis par la tête de remplissage 12.

Selon l'invention, le convoyeur 11 est plus précisément constitué par un tapis sans fin 110 réalisé de préférence en acier inoxydable et qui, entraîné autour de  
15 deux cylindres 111 et 112 dont un au moins est moteur, est associé en entrée à deux cylindres presseurs 120a et 120b disposés au-dessus du tapis 110 de manière à maintenir en pression et à entraîner sur le tapis 110 au-dessous de la tête de remplissage 12, les substrats 1 venant de sortir  
20 du convoyeur d'admission 20.

Le convoyeur d'alimentation 20 du type à rouleaux comporte un dispositif de centrage 21 formé de deux rails de guidage 21a et 21b bordés intérieurement de galets de roulement et qui, montés réglables en largeur, permettent  
25 de positionner convenablement les substrats 1 avant leur admission au-dessous de la tête de remplissage 12 sur le convoyeur 11. Comme le convoyeur 11 sera immanquablement pollué par du produit 2, il a été disposé au-dessous du tapis 110, un dispositif de nettoyage en continu 22 du  
30 tapis sans fin 110 constitué d'une ou plusieurs lames former des racles (deux 22a et 22b étant représentées) en appui sur la face externe du tapis 110 au-dessous du convoyeur 11. Ce dispositif de nettoyage peut aussi être remplacé par un applicateur de solvant.

35       Le convoyeur d'évacuation 30 du type à courroies permet d'acheminer les substrats 1 venant d'être remplis

par la tête 12 vers une autre unité de traitement.

Le fonctionnement de l'équipement permettant de remplir des circuits 1 de produit 2 contenu dans la tête de remplissage 12, tel qu'il vient d'être ci-dessus  
5 décrit est simple et le suivant en référence aux figures 7, 8, 9 et 10.

Dans un premier temps illustré par le dessin de la figure 7, un circuit 1 est disposé au-dessous de la tête de remplissage 12 pendant qu'un autre circuit 1 est guidé  
10 entre les deux rails 21a et 21b du dispositif de centrage 21 du convoyeur d'admission 20.

Dans un deuxième temps illustré par le dessin de la figure 8, le circuit 1 venant d'être centré sur le convoyeur 20 est entraîné par les rouleaux presseurs  
15 120a et 120b du convoyeur 11 pour venir en contact avec le circuit 1 disposé au-dessous de la tête de remplissage 12 et qui défile dans le sens de la flèche A de manière à faire remplir ses zones en creux 4 par la tête de remplissage 12 selon le procédé de l'invention.

20 Dans un troisième temps illustré par le dessin de la figure 9, le circuit 1 qui était au-dessous de la tête de remplissage 12 sort complètement de cette dernière poussé par les précédents et via le tapis sans fin 110, avec du produit 2 appliqué par la tête 12.

25 Dans un quatrième temps illustré par le dessin de la figure 10, le circuit 1 est transféré du convoyeur 11 vers le convoyeur à courroie 30 à des fins d'acheminement vers une autre unité de traitement ou de stockage. Le produit de remplissage 2 restant sur le tapis 110 du  
30 convoyeur 11 est ensuite enlevé et nettoyé par les lames 22a et 22b du dispositif 22.

Ainsi donc, le dispositif selon l'invention permet de faire défiler les circuits 1 de manière continue sous la tête de remplissage 12. En effet, grâce à l'action  
35 conjointe du convoyeur 20 et des rouleaux presseurs 120a et 120b, les circuits 1 sont en contact les uns avec les

autres pendant le passage sous la tête 12. Ce contact permet de minimiser la pollution du tapis 110 par du produit 2.

Les dessins des figures 11a, 11b et 11c montrent en  
5 vues de face, de côté et de dessus respectivement un mode réalisation complet d'un tel équipement montrant la structure logique du bâti-support et les organes d'entraînement nécessaires au fonctionnement :

- du convoyeur 11 avec son tapis sans fin 110  
10 entraîné autour des deux cylindres 111 et 112 pour assurer la translation A des substrats 1 au-dessous de la tête de remplissage 12,

+ du convoyeur d'alimentation à rouleaux 20 avec les deux rails de guidage 21a et 21b de son dispositif de  
15 centrage 21 et qui, situé en amont du convoyeur 11 dans le sens d'avancement A, achemine les substrats à remplir 1 vers le convoyeur 11 au-dessous de la tête de remplissage 12,

- et du convoyeur d'évacuation 30 du type à courroies  
20 et qui, situé en aval du convoyeur 11, pour récupérer les substrats 1 venant d'être remplis par la tête de remplissage 12.

On notera que les convoyeurs d'alimentation amont 20 et aval 30 sont réglables manuellement en position par  
25 rapport au convoyeur central 11.

30

35

**REVENDEICATIONS**

1. Procédé de remplissage direct sans bulle d'air et en surépaisseur d'interpistes ou de zones (4) situées en creux par rapport à la surface d'un substrat ou d'un circuit imprimé (1) par un produit visqueux (2),  
5 CARACTERISE EN CE QU'il consiste :

- à mettre en mouvement le produit de remplissage (2) au niveau des zones à remplir (4) par un moyen de mise en mouvement (3) de manière à évacuer sous forme de bulles (6) le gaz (5) présent dans les zones en creux (4) et de le substituer par du produit de remplissage (2)

- et à régler l'épaisseur de produit (2) à la surface du substrat (1).

15 2. Procédé de remplissage selon la revendication 1, CARACTERISE EN CE QU'il consiste successivement :

- à rendre étanche la zone à remplir (4) à toute entrée de gaz extérieur à la zone (4), en étalant le produit (2) à la surface du substrat (1) de manière à isoler les zones à remplir (4) du gaz extérieur et de mettre le produit (2) à disposition,

- à mettre le produit (2) en mouvement au niveau des zones à remplir (4) de manière à évacuer sous forme de bulles (6) le gaz (5) présent dans les zones à remplir (4) sous le produit de remplissage (2),  
25

- à substituer le gaz (5) évacué sous forme de bulles (6), par du produit de remplissage (2),

- et à régler l'épaisseur de produit (2) à la surface du substrat (1).

30 3. Procédé de remplissage selon la revendication 1, CARACTERISE EN CE QUE la mise en mouvement du produit (2) au niveau de la zone à remplir (4) est obtenue par un effet hydrodynamique.

4. Procédé de remplissage selon la revendication 1,  
35 CARACTERISE EN CE QU'il consiste à bloquer les bulles de gaz (6) extraites par le moyen de mise en mouvement (3)

du produit de remplissage (2), au moyen d'un racleur (9) afin qu'elles ne soient pas ré-entraînées dans les zones à remplir (4).

5 5. Procédé de remplissage selon la revendication 1, CARACTERISE EN CE QUE lesdites zones à remplir (4) sont non débouchantes sur l'autre face du substrat (1) et ont une longueur importante.

10 6. Procédé de remplissage selon la revendication 1, CARACTERISE EN CE QUE la vitesse du mouvement du produit de remplissage (2) est réglable.

15 7. Procédé de remplissage selon la revendication 1, CARACTERISE EN CE QUE la mise en mouvement du produit de remplissage (2) au niveau de la zone à remplir (4) est obtenue par un effet hydrodynamique d'un rouleau en rotation (3) dont l'axe est perpendiculaire au mouvement du substrat par rapport au dispositif et parallèle au substrat et selon le sens tel que le mouvement tangentiel du rouleau au niveau de la zone à remplir est opposé au sens de déplacement du substrat (1).

20 8. Procédé de remplissage selon la revendication 1, CARACTERISE EN CE QU'il associe un moyen de déplacement (11) en translation du substrat (1) à l'action d'une tête de remplissage (12) prenant appui sur le substrat (1) et contenant le produit de remplissage (2), ladite tête (12)  
25 permettant de générer un différentiel de pression positif entre l'aval et l'amont du moyen de mise en mouvement (3) du produit (2) grâce à l'action conjointe dudit moyen de mise en mouvement (3) du produit de remplissage (2) et d'un élément de raclage (7) formant ainsi une zone aval  
30 confinée de surpression (C) totalement occupée par le produit de remplissage et que le moyen de mise en mouvement (3) provoque une circulation du produit de remplissage au niveau de la zone à remplir dans le sens opposé au déplacement du substrat par rapport à la tête  
35 de remplissage (12) formant ainsi une zone amont de moindre pression (D) de manière à évacuer le gaz (5)

présent dans les zones à remplir (4) et de le remplacer par du produit de remplissage (2) au fur et à mesure du déplacement du substrat (1).

5 9. Procédé de remplissage selon les revendications 1, 7 et 8, CARACTERISE EN CE QUE le rouleau (3) assurant la mise en mouvement du produit de remplissage (2) est contenu dans la susdite tête de remplissage (12).

10 10. Procédé de remplissage selon les revendications 8 et 9, CARACTERISE EN CE QUE la vitesse de rotation et/ou le diamètre du susdit rouleau (3) contenu dans la tête de remplissage (12) sont ajustables de façon à régler le différentiel de pression de la zone confinée de surpression (C) par rapport à la zone de moindre pression (D) permettant de contrôler le débordement de produit (2) sous l'élément de raclage aval (7) au niveau des zones à remplir (4) et de compenser l'effet de traîne dudit élément de raclage aval (7).

20 11. Dispositif de remplissage sans masque ou écran de sérigraphie de zones situées en creux (4) par rapport à la surface d'un substrat (1) et non débouchantes sur l'autre face du substrat (1) et de longueur pouvant être importante, avec un produit de remplissage plus ou moins visqueux (2), en translation relativement à la surface du substrat (1) et mettant en œuvre le procédé de remplissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, CARACTERISE PAR LE FAIT QU'il associe dans l'ordre selon le sens de déplacement relatif du dispositif de remplissage par rapport au substrat (1) :

- un élément d'étalement (10) du produit à remplir (2) à la surface du substrat (1),
- 30 - un élément de mise en mouvement (3) du produit de remplissage (2) au niveau de la zone à remplir (4),
- un élément (7) de réglage de l'épaisseur ou de raclage de l'excès de produit de remplissage (2), de manière à ce que le susdit produit de remplissage (2) reste constamment en contact avec la zone à remplir (4) du
- 35

début du remplissage jusqu'au raclage de l'excès.

12. Dispositif de remplissage selon la revendication 11, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE l'élément de mise en mouvement (3) est constitué par un rouleau en rotation  
5 (3).

13. Dispositif de remplissage selon la revendication 11, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE le dispositif est symétrique de manière à pouvoir fonctionner dans les deux sens et être mis en œuvre sur une machine à sérigraphier.

10 14. Dispositif de remplissage selon la revendication 11, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE ledit mouvement de translation relatif du produit de remplissage (2) relativement à la surface du substrat (1) est obtenu en maintenant le dispositif de remplissage de produit (2) fixe alors que le substrat (1) est mobile.

15 15. Dispositif de remplissage selon les revendications 11 et 12, CARACTERISE PAR LE FAIT QU'il comprend un racleur (9) destiné à bloquer les bulles (6) extraites par le susdit élément de mise en mouvement (3).

20 16. Dispositif de remplissage selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, CARACTERISE PAR LE FAIT QU'il se compose :

- d'une tête de remplissage (12) comprenant :

a) une chambre (13) contenant le produit de remplissage (2), ladite chambre (13) étant délimitée en aval par une  
25 racle (7) inclinée d'un angle  $\alpha$  inférieur ou égal à  $90^\circ$  et en amont d'une racle (10) inclinée dans le même sens d'un angle  $\beta$  égal ou supérieur à  $90^\circ$

b) un rouleau (3) de mise en mouvement du produit (2) placé entre les racles (7) et (10) et tournant dans le  
30 sens tel que le mouvement tangentiel du rouleau (3) au niveau de la zone à remplir est opposé au mouvement de translation (flèche A) du substrat par rapport au dispositif de remplissage.

- et d'un moyen de déplacement en translation (11) du  
35

substrat (1) permettant un défilement en continu (flèche A) de celui-ci au-dessous de la susdite tête de remplissage (12).

5 17. Dispositif de remplissage selon la revendication 16, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE le susdit moyen de déplacement en translation (11) du substrat (1) est un tapis roulant.

10 18. Dispositif de remplissage selon la revendication 16, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE la susdite tête de remplissage (12) est équipée d'un élément d'obturation disposé dans sa partie inférieure.

19. Dispositif de remplissage selon la revendication 16, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE la susdite tête de remplissage (12) est réglable en longueur en fonction de la largeur du substrat (1) à traiter.

15 20. Dispositif de remplissage selon la revendication 16, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE la susdite tête de remplissage (12) est adaptée à la largeur du substrat (1) à traiter et qu'un système de fixation rapide permet le passage d'une tête de remplissage à une autre.

20 21. Dispositif de remplissage selon la revendication 16, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE le susdit rouleau (3) comporte des ailettes parallèles à l'axe du rouleau de manière à accentuer la mise en mouvement du produit de remplissage (2).

25 22. Dispositif de remplissage selon les revendications 15 et 16, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE le susdit racleur (9) est placé tangentiellement sur la partie supérieure de l'élément de mise en mouvement (3) de façon à provoquer l'évacuation des bulles d'air (6).

30 23. Dispositif de remplissage selon l'une quelconque des revendications 12 à 22, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE le susdit substrat (1) est un circuit imprimé.

35 24. Dispositif de remplissage selon l'une quelconque des revendications 12 à 23, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE la susdite tête de remplissage (12) contenant le produit de



remplissage (2) est fermée.

25. Dispositif de remplissage selon l'une quelconque des revendications 12 à 23, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE la susdite tête de remplissage (12) contenant le produit de  
5 remplissage (2) est fermée avec création d'un niveau de vide dans sa partie située au-dessus du produit de remplissage (2) pour favoriser l'évacuation de l'air extrait des zones à remplir (4)des substrats (1).

26. Equipement associé à un dispositif de remplissage selon l'une quelconque des revendications 12 à 25,  
10 CARACTERISE PAR LE FAIT QU'il se compose :

- du convoyeur (11) qui assure la translation A des substrats (1) au-dessous de la tête de remplissage (12),
- d'un convoyeur d'alimentation (20) situé en amont  
15 du convoyeur (11) pour acheminer les substrats à remplir (1) vers le convoyeur (11) au-dessous de la tête de remplissage (12),

- et d'un convoyeur d'évacuation (30) situé en aval du convoyeur (11) pour récupérer les substrats (1) venant d'être remplis par la susdite tête de remplissage (12).

20

27. Equipement selon la revendication 26, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE le convoyeur (11) est constitué par un tapis roulant sans fin (110) qui, entraîné autour de deux cylindres (111 et 112) dont un au moins est moteur, est  
25 associé en entrée à au moins un cylindre presseur (120a ou 120b) disposé au-dessus du tapis (110) de manière à maintenir en pression et à entraîner sur le tapis (110) au-dessous de la tête de remplissage (12), le substrat (1) venant de sortir du convoyeur d'admission (20).

28. Equipement selon la revendication 26, CARACTERISE  
30 PAR LE FAIT QUE le convoyeur d'alimentation (20) est du type à rouleaux et comporte un dispositif de centrage (21) formé de deux rails de guidage (21a et 21b) bordés intérieurement de galets de roulement et qui, montés réglables en largeur, permettent de positionner convenablement les substrats (1) avant leur admission au-

dessous de la tête de remplissage (12) sur le convoyeur (11).

29. Equipement selon la revendication 26, CARACTERISE PAR LE FAIT QU'il comprend un dispositif de nettoyage en continu (22) du tapis sans fin (110) qui, constitué d'au moins une lame (22a ou 22b), est disposé en appui sur la face externe du tapis (110) au-dessous du convoyeur (11) pour former des racles.

30. Equipement selon la revendication 26, CARACTERISE PAR LE FAIT QUE le convoyeur d'évacuation (30) est du type à courroies et permet d'acheminer les substrats (1) venant d'être remplis par la tête (12) vers une autre unité de traitement.

15

20

25

30

35

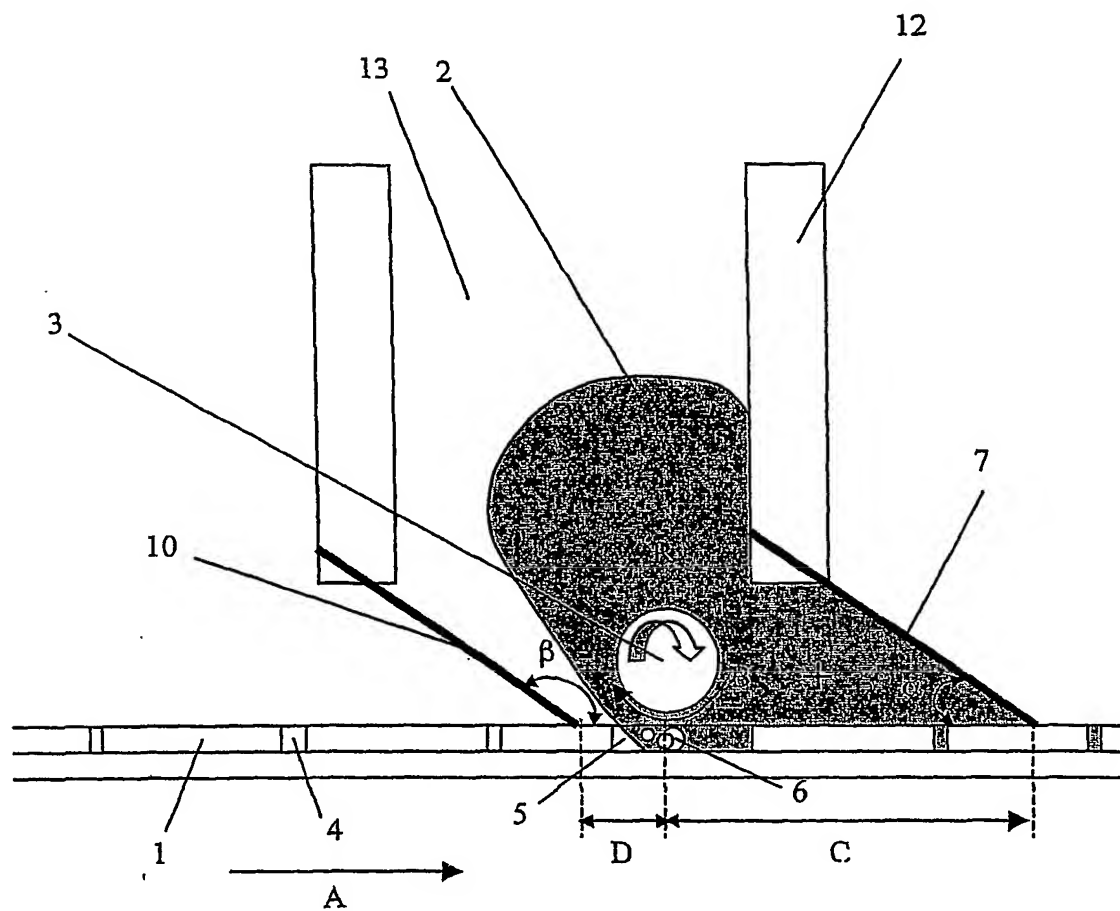


FIG 1

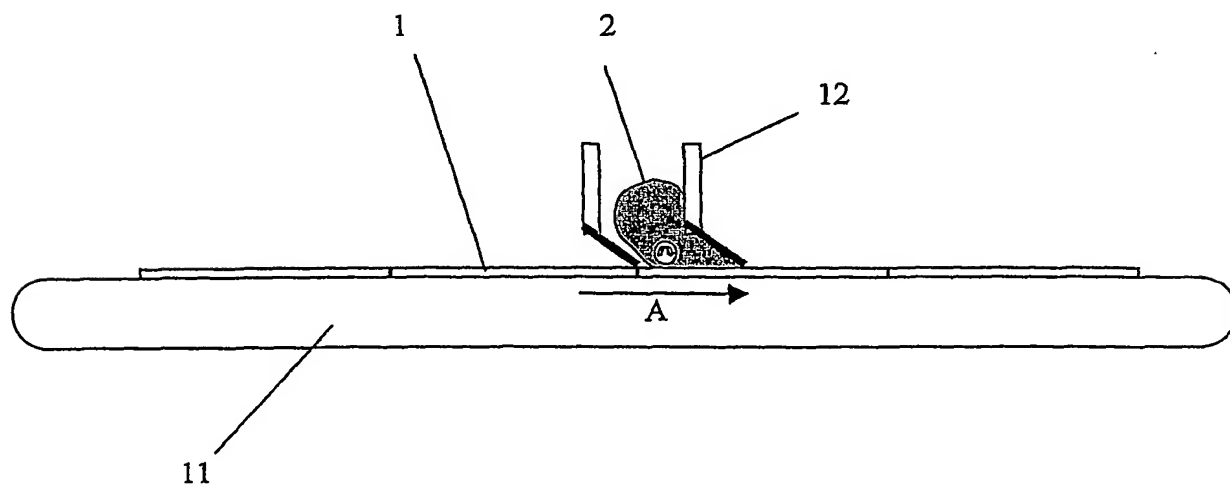


FIG. 2

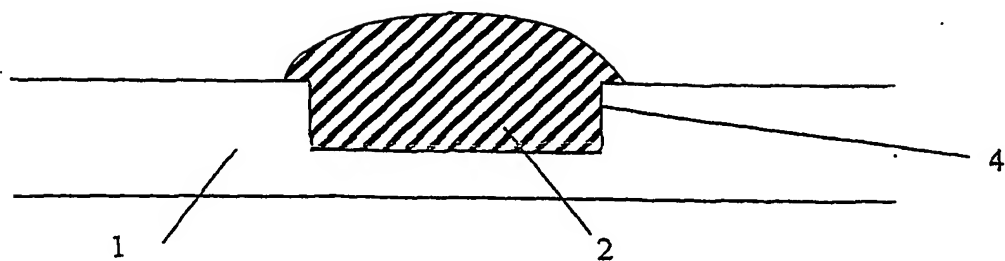


FIG. 3

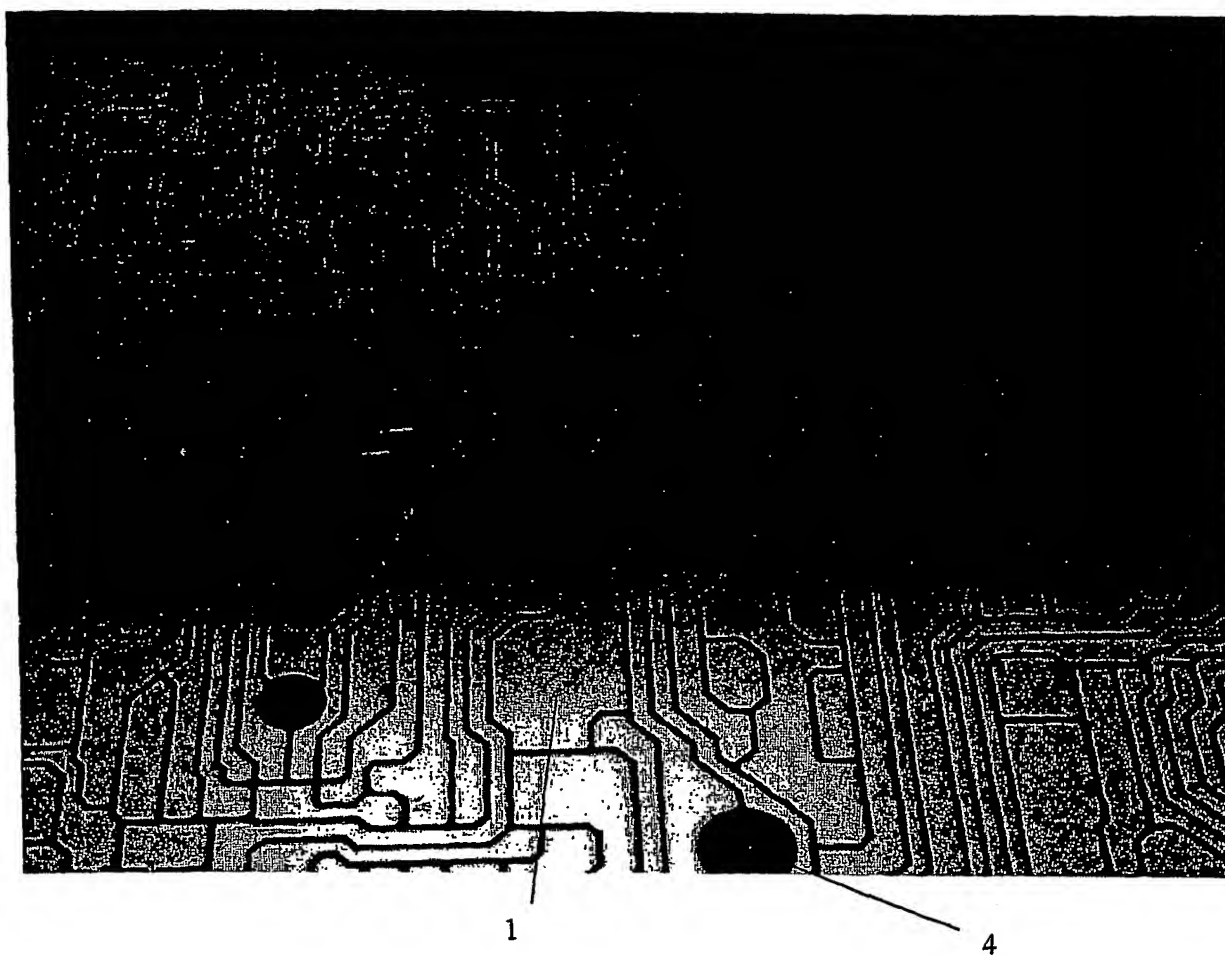


FIG. 4

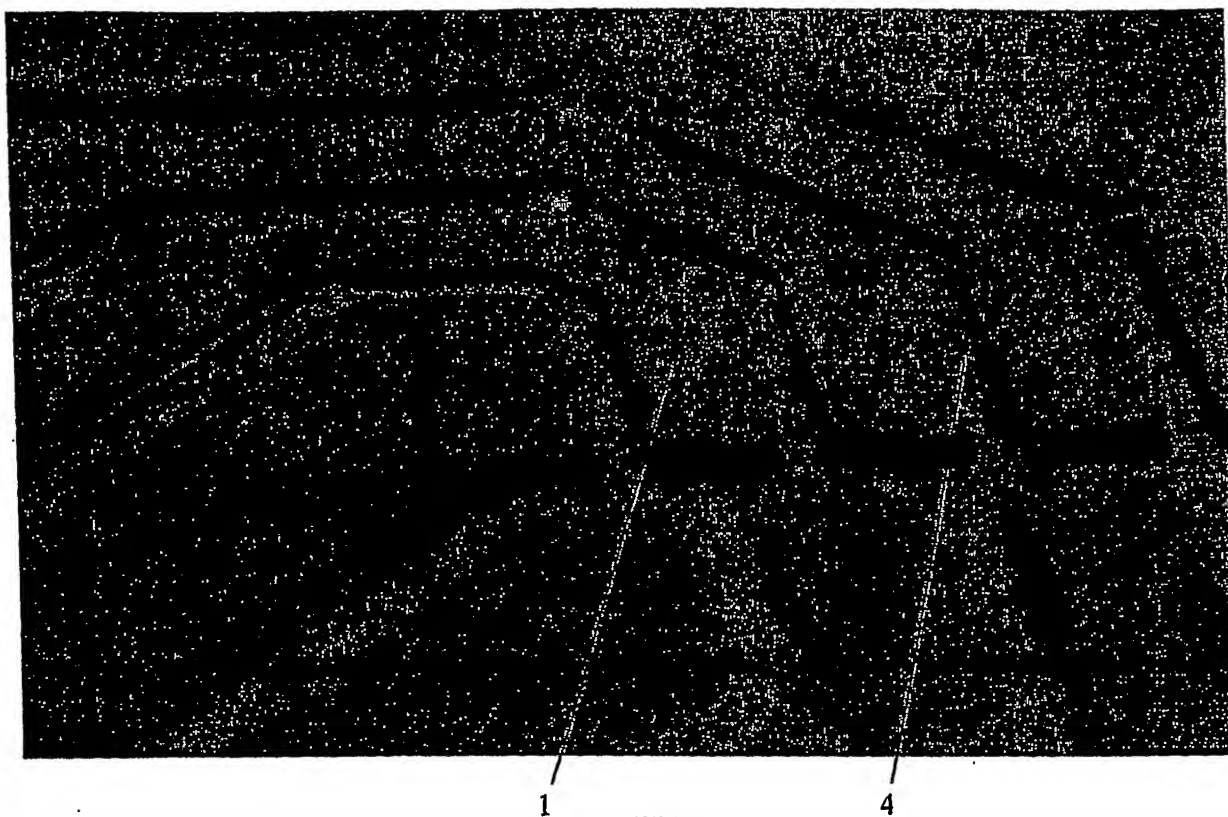


FIG. 5

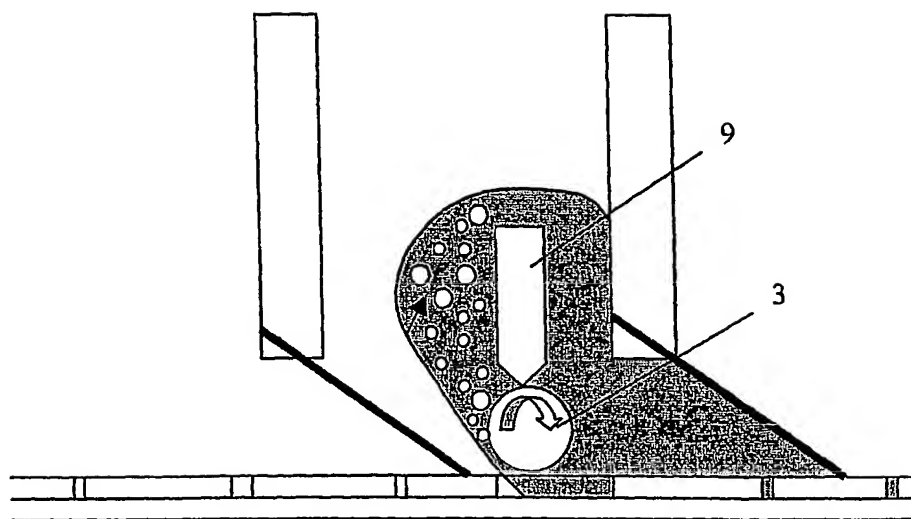


FIG. 6

BEST AVAILABLE COPY

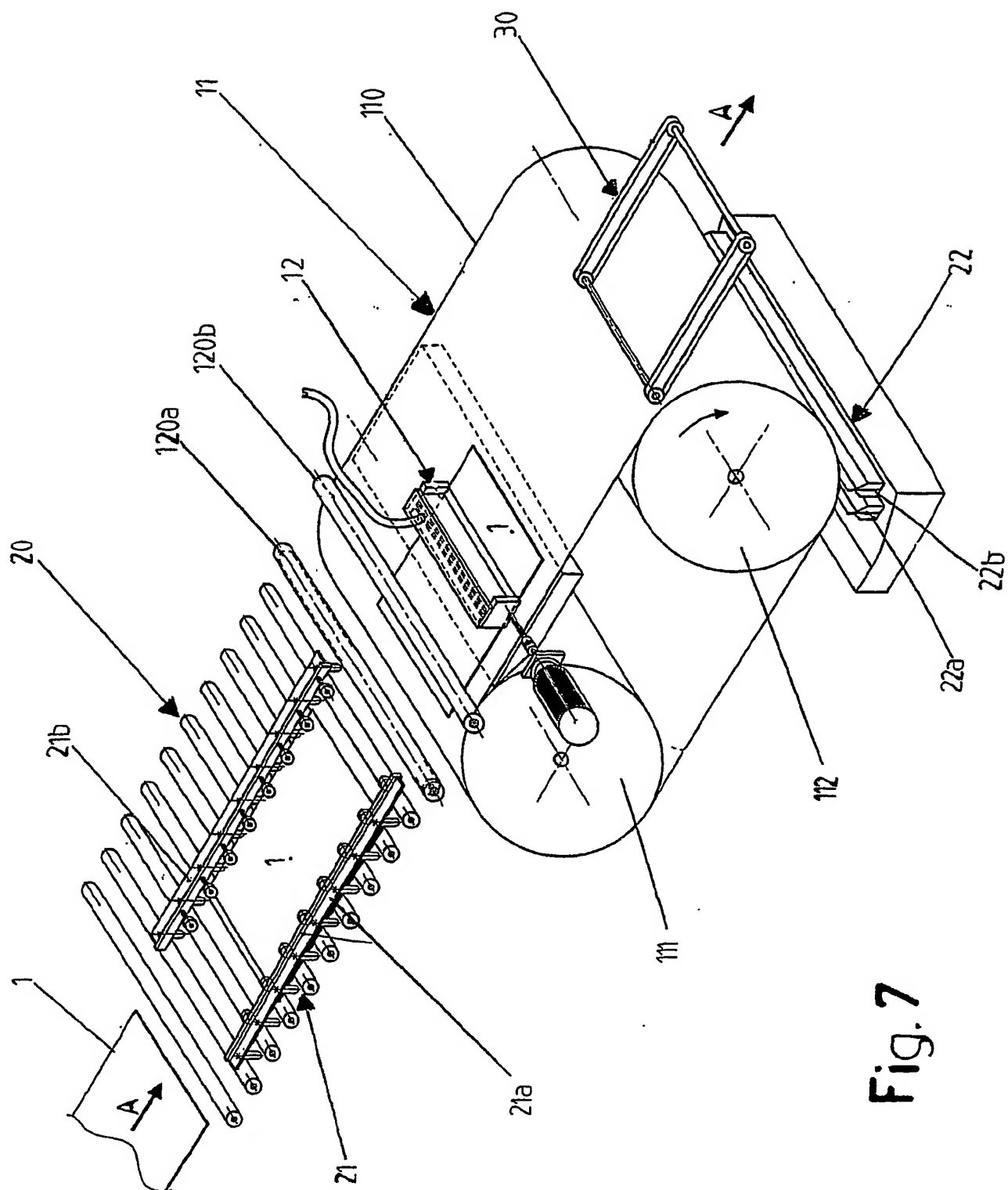


Fig. 7

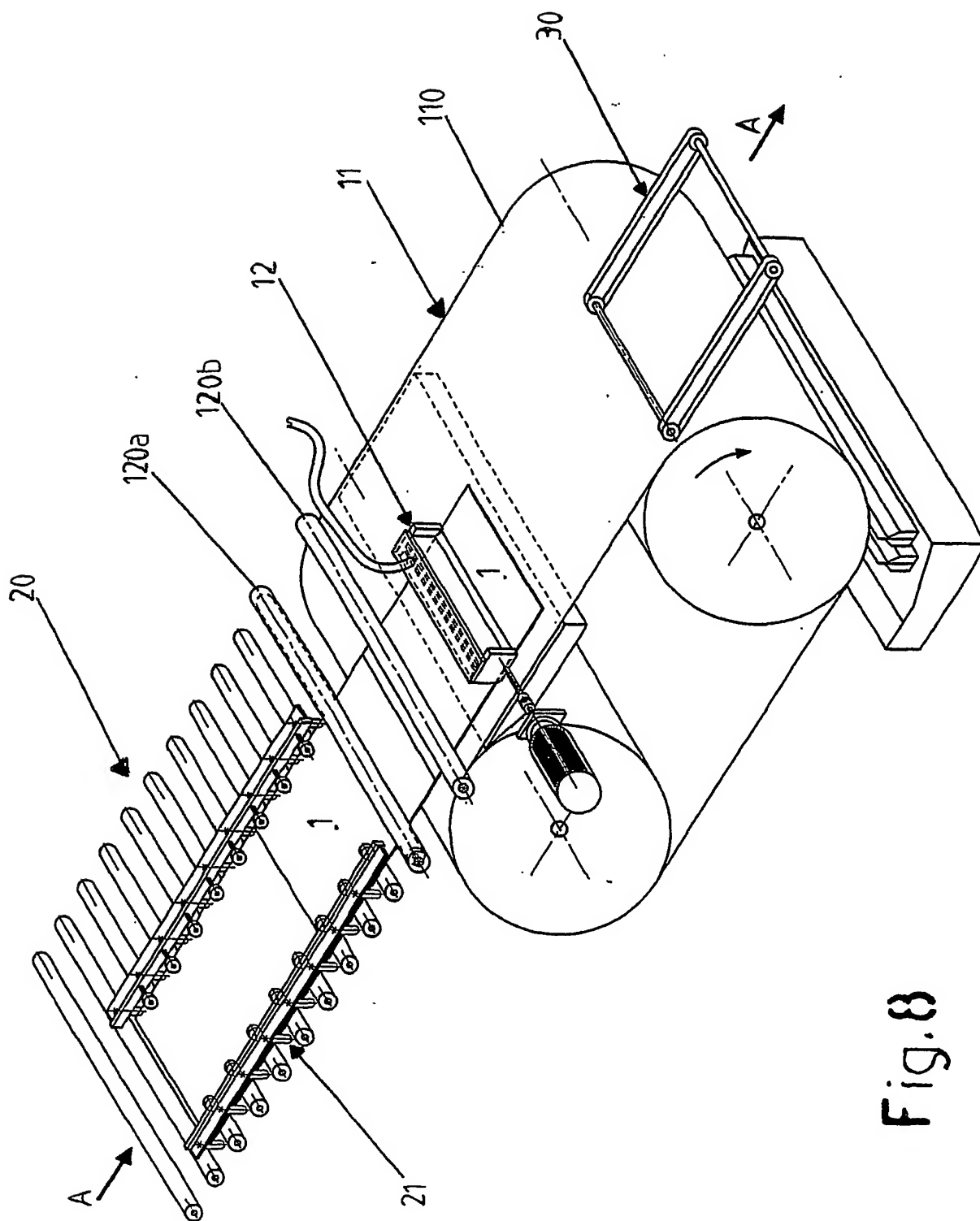


Fig. 8

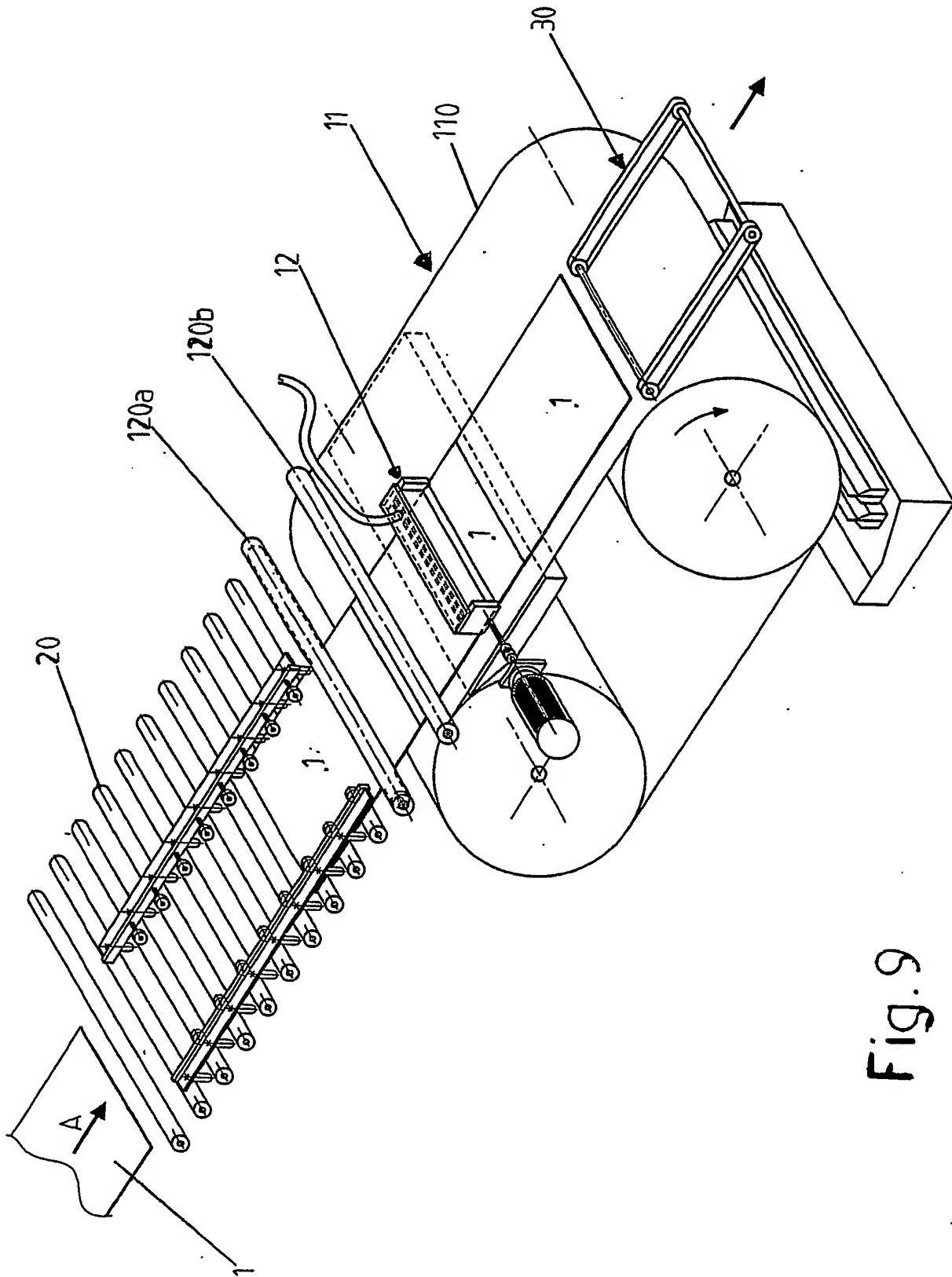


Fig. 9



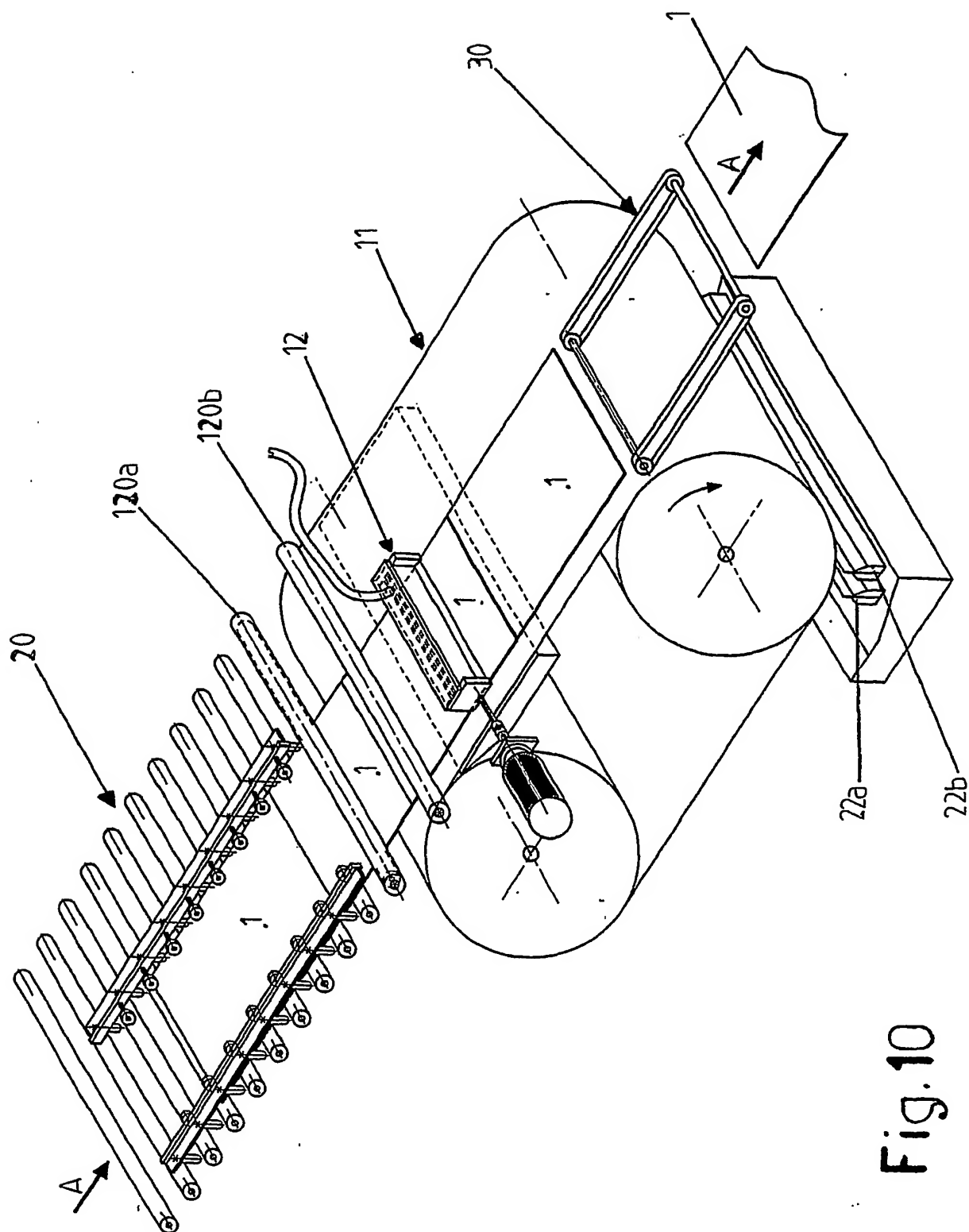


Fig.10

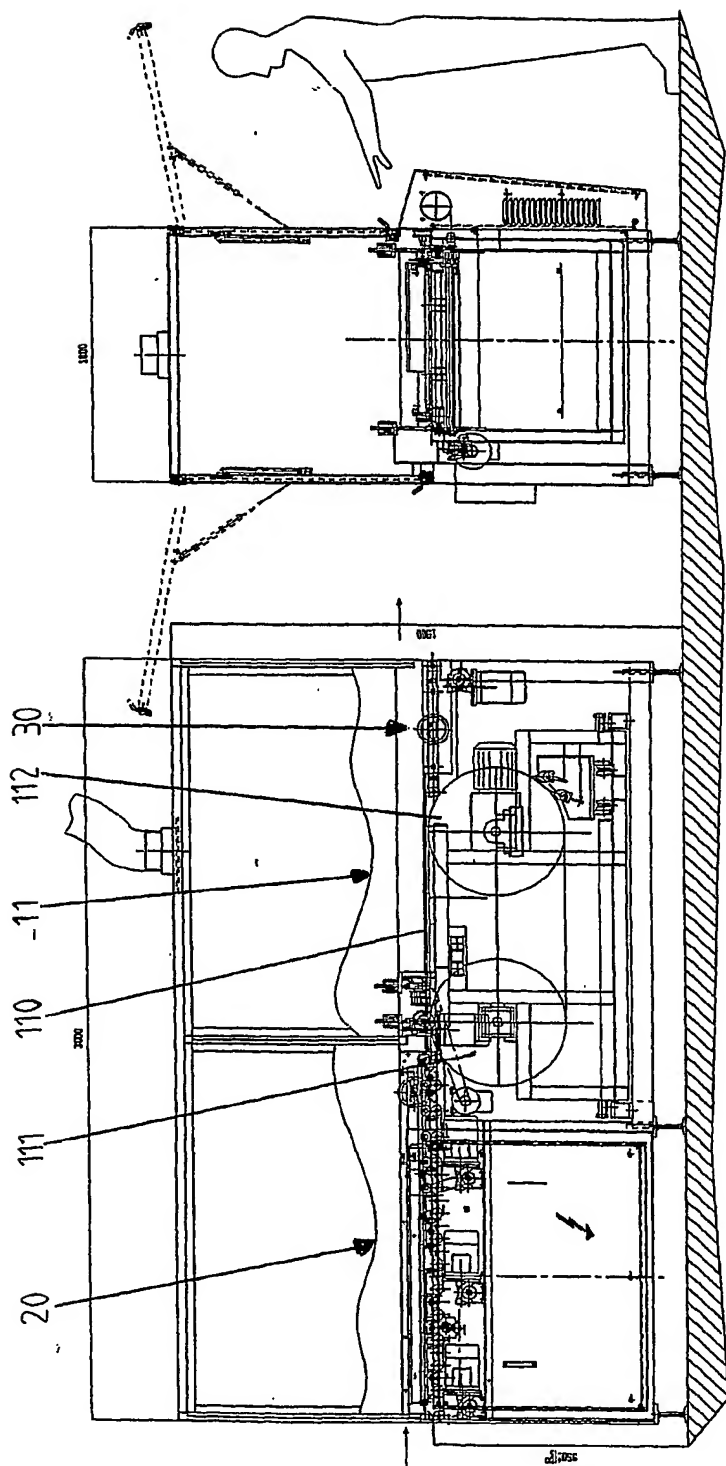


Fig. 11D

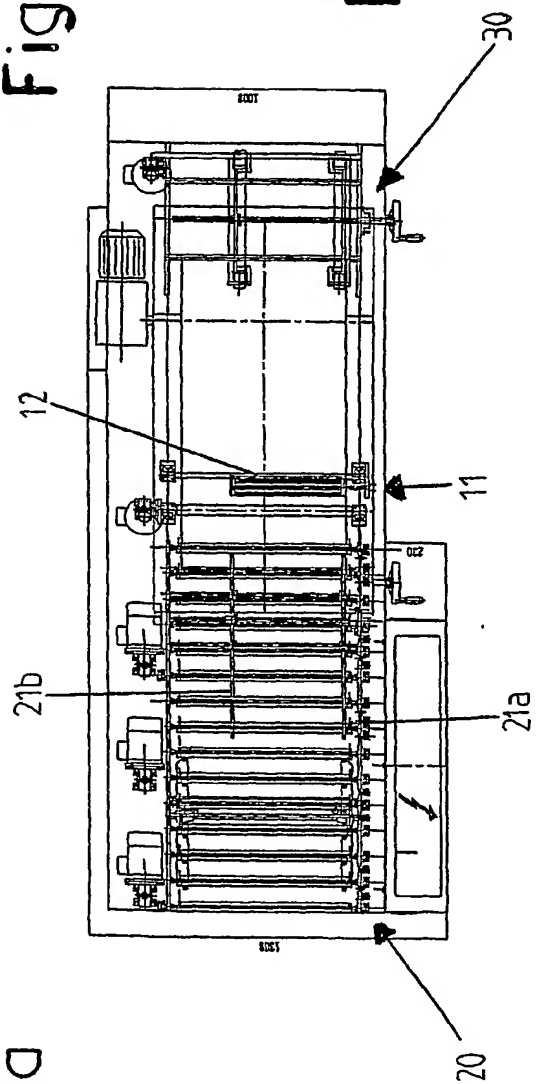
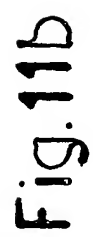


Fig. 11c